

Attorney Docket
32213M029

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Akihiro Shioji, etal.
Serial No. : To Be Assigned Art Unit : To Be Assigned
Filed : Herewith Examiner : To Be Assigned
For : METHOD FOR MANUFACTURING SMALL CRYSTAL
: RESONATOR

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner For Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir :

The above-referenced patent application claims priority benefit from the foreign patent application listed below:

Application No. 2003-089618, filed in JAPAN on March 28, 2003.

In support of the claim for priority, attached are certified copies of the Japanese priority applications.

Respectfully submitted,
SMITH, GAMBRELL & RUSSELL, LLP



Michael A. Makuch, Reg. No. 32,263
1850 M Street, NW – Suite 800
Washington, DC 20036
Telephone : 202/263-4300
Facsimile : 202/263-4329

Date : March 25, 2004



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 8 日
Date of Application:

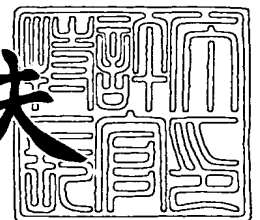
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 8 9 6 1 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 8 9 6 1 8]

出 願 人 シチズン時計株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 3 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 2 0 7 2 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-26460

【提出日】 平成15年 3月28日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H03H 3/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 シチズン時計株式会社内

【氏名】 塩路 明弘

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 シチズン時計株式会社内

【氏名】 柳沢 徹

【特許出願人】

【識別番号】 000001960

【氏名又は名称】 シチズン時計株式会社

【代表者】 梅原 誠

【電話番号】 0424-68-4748

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003517

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 小型水晶振動子の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水晶基板を用いて水晶振動子を製造する方法において、前記水晶基板の水晶振動子領域と側面用電極形成ブロック領域にマスク用の金属膜を形成する工程と、前記水晶振動子領域と前記側面用電極形成ブロック領域を残して前記水晶基板をエッチングする工程と、電極膜形成のために電極形成領域の前記金属膜を剥離する工程と、前記水晶基板の平面の法線方向に対し一定角度傾けた方向から前記電極膜を蒸着する工程と、不要な前記金属膜を除去する工程と、前記側面用電極形成ブロック領域以外の前記水晶振動子を抽出する工程とより成ることを特徴とする小型水晶振動子の製造方法。

【請求項 2】 前記電極膜の蒸着工程は、前記水晶基板の表面の左右及び裏面の左右の 4 方向から、一定角度傾けた状態で蒸着を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の小型水晶振動子の製造方法。

【請求項 3】 前記電極膜の蒸着工程における前記水晶基板の傾き角は、前記水晶振動子の長手方向を回転軸として 30～60 度であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の小型水晶振動子の製造方法。

【請求項 4】 前記電極膜の蒸着工程において、余剰な電極膜をレーザーリペア装置等を用いて除去する工程を更に有することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の小型水晶振動子の製造方法。

【請求項 5】 前記水晶振動子は、角速度を検出するジャイロセンサに用いる振動子であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の小型水晶振動子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、音叉型水晶振動子や厚みすべり型水晶振動子あるいはジャイロセンサ用水晶振動子などに用いる超小型水晶振動子をフォトリソグラフィ技術と化学的エッチング技術を用いて作成する水晶振動子の製造方法に関するものである

。

【0002】**【従来の技術】**

近年、水晶振動子の応用製品を使用する各種電子製品は、携帯機器化の傾向が強まり、ますます小型化及び高機能化してきている。しかも最近では出力される振動数を利用するばかりでなく、ジャイロセンサにも水晶振動子が使用されるようになってきた。このため、振動子の特性を維持しながら上記の要求を実現するには、従来の製造技術では限度があり、製造プロセスの工夫が必要となってきた。

。

【0003】

一般的に用いられている振動子としては、音叉型水晶振動子や厚みすべり型水晶振動子などの超小型水晶振動子が用いられている。このような水晶振動子の製造方法としては、フォトリソグラフィ技術と化学的エッチング技術とを用いて作成する方法が一般的となってきた（例えば、特許文献1参照）。以下に従来の小型水晶振動子の製造方法について、図面を参照しながら説明する。説明には音叉型水晶振動子を用いて行う。

【0004】

従来の小型水晶振動子の製造方法の説明には、特許文献1に記載の図1と図2を参照した図6と図7を用いて説明する。図6と図7は従来の水晶振動子の製造方法を示す工程図で、図6は特許文献1に記載の図3に示す振動子の音叉枝部におけるAA断面を示す断面図、図7は特許文献1に記載の図3に示す振動子の音叉先端部におけるBB断面を示す断面図である。尚、特許文献1に記載された図3は本願においては図示を省略する。

【0005】

まず図6（a）と図7（a）に示すように、水晶原石より所定の角度にて切り出し、さらに研磨処理を行った水晶基板51を所定の厚さに成形する。

【0006】

その後、図6（b）と図7（b）に示すように、水晶基板51の表裏両面にクロム（Cr）と金（Au）との積層膜からなる金属膜52を形成する。この金属

膜 5 2 の形成は、真空蒸着法などにより行う。そして、フォトレジスト（図示せず）を全面に回転塗布法により形成し、所定のフォトマスクを用いて露光、現像処理を行ってフォトレジストをパターンニングし、このパターンニングしたフォトレジストをエッチングマスクとして金属膜 5 2 をエッチングするフォトエッチング技術により、金属膜 5 2 を音叉外形形状にパターンニングする。ここで金属膜 5 2 を構成する金はヨウ素系の水溶液を用いてエッチングし、クロムは硝酸第二セリウムアンモニウムと過塩素酸との混合溶液を用いてエッチングする。

【0007】

つぎに図 6（c）と図 7（c）に示すように、金属膜 5 2 を含む水晶基板 5 1 の全面にフォトレジストを回転塗布法により形成し、露光および現像処理を行い、音叉型水晶振動子形状及び金属膜 5 2 上は平面電極の形状とは反転した形状を有するフォトレジスト 5 3 を形成する。ここで、側面電極 5 8 を形成しない部分には、図 7（c）に示すように、枝と枝の間にある平面空間 5 4 となる位置に橋渡しするような形状の側面調整用レジスト 5 9 をパターンニングにより残しておく。この結果、音叉又部の先端部付近などの内側側面部には、側面調整用レジスト 5 9 が保護膜として機能し、電極膜 5 6 が形成されないこととなる。

【0008】

この状態で図 6（d）と図 7（d）に示すように、フォトレジスト 5 3 または金属膜 5 2 をマスクとして水晶基板 5 1 をエッチング加工し振動子形状を形成する（図には枝部の部分のみ図示している）。この際、側面調整用レジスト 5 9 の内面にある水晶基板 5 1 をも除去するためにエッチングする。この部分はエッチング液が側面より回り込むことによってエッチングされるため他の部分よりは多少時間を要する。

【0009】

次に図 6（e）や図 7（e）のように、フォトレジスト 5 3 をマスクとして金属膜 5 2 をエッチング加工し電極膜形成用の平面空間 5 4 を形成する。そして図 6（f）と図 7（f）に示すように、側面を含む全面に電極膜 5 6 を真空蒸着法などにより蒸着する。

【0010】

つぎに図6 (g) や図7 (g) に示すように、フォトレジスト53と、このフォトレジスト53上に形成されている電極膜56とを除去する。フォトレジスト53の除去は、たとえば加温した溶剤の中に浸漬し、フォトレジスト53を溶解させることにより行う。この溶剤は、電極膜56のピンホールを通して、フォトレジスト53に到達し、フォトレジスト53を溶解する。そのとき、水晶基板51上に形成された電極膜56は、水晶基板51と密着しており、その密着度が強いいため剥離はしない。

【0011】

最後に図6 (h) と図7 (h) に示すように、平面電極と反転パターン形状を有する金属膜52をエッチング除去することにより、平面電極57と側面電極58とを形成する。この金属膜52のエッチングは、前述の金とクロムのエッチング液をそれぞれ用いて行う。この時金とクロムからなる金属膜52のエッチング液に対しては、電極膜56はエッチングされない材料であるチタンとパラジウムで構成しているため、電極膜56はエッチングされずに残ることで各電極が形成される。

【0012】

ところで最近では図8に示すような、振動子の側面に分割された電極である分割された検出用側面電極64を形成することが多くなってきた（例えば、特許文献2参照）。図8は、特許文献2の図1を参照した水晶振動子の概略図であり、前記水晶振動子は駆動音叉部61、検出音叉部62、音叉支持部63及び前述の側面電極64により構成される。この振動子はジャイロセンサに用いる振動子であるが、ジャイロセンサ用の音叉型水晶振動子の場合信号を検出する検出音叉部62上に電極を配線させることが要求される。この電極は音叉長手方向の水晶枝部の4稜線方向に沿って配線させる。そのため図8に示すように、振動子製造の過程で分割された検出用側面電極64を形成させることが必要となる。

【0013】

この分割された検出用側面電極64は、金属製のメタルマスクを水晶基板に位置決めして取り付け、メタルマスクの開口部からCr+Au等（例えば、Cr膜の上にAu膜を形成する）の金属粒子を水晶平面の法線方向より角度をつけて真

空蒸着させることにより形成される。

【0014】

【特許文献1】

特開平5-315881号公報（第5頁、第1図及び第2図）

【特許文献2】

特開平10-170272号公報（第6頁、第1図）

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の従来例における振動子の製造方法には次のような課題がある。

【0016】

すなわち、図6に示す製造方法においては、工程の性質上側面電極58は必ず側面全面に形成されてしまうし、図7（d）に示すような平面空間54に側面調整用レジスト59を橋渡しするような製造方法においては、側面電極58が全く形成されない。このため、図8に示すような分割された検出用側面電極64を形成しようとしたり、側面電極として部分的に電極を形成しようとしたりするときにはこの方法を使用することが出来ない。

【0017】

さらに、橋渡しをした側面調整用レジスト59の直下の水晶エッチングは、レジストがエッチングストッパーの働きをする結果、厚み方向、すなわち水晶結晶軸のZ軸方向からのエッチングが阻害されるため、他箇所と比較してエッチング速度が極めて遅くなる。そのため、水晶のエッチングの進行状況が音叉枝部の間で不均一となり、断面形状を枝部全域で一定に保つことが難しく、振動子の特性が劣化する原因となる。

【0018】

さらに、図8に示す製造方法においては、メタルマスクを用いて振動子の電極を配線させるため、電極のパターニング精度はメタルマスク本体の加工精度と蒸着ジグあるいは装置の機械的なマスク位置決め精度により決定される。高精度のパターニング技術が求められる超小型の水晶振動子を製造する場合、メタルマス

クによるジグあるいは装置の機械的手法による配線形成では精度上の限界がある。また工程も複雑となるという欠点もある。

【0019】

以上の説明で明らかなように、超小型の水晶振動子を製造するような場合、高精度の水晶の形状加工技術と高精度の電極のパターニング技術を両立させることが課題となる。

【0020】

本発明の目的は、上記の課題を解決し、超小型の水晶振動子であっても高精度でかつ容易に電極のパターニング形成を実施できる水晶振動子の製造方法を提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明の第1の手段は、水晶基板の水晶振動子領域と側面用電極形成ブロック領域にマスク用の金属膜を形成する工程と、水晶振動子領域と前記側面用電極形成ブロック領域を残して水晶基板をエッチングする工程と、電極膜形成のために電極形成領域の金属膜を剥離する工程と、水晶基板の平面の法線方向に対し一定角度傾けた方向から電極膜を蒸着する工程と、不要な金属膜を除去する工程と、側面用電極形成ブロック領域以外の水晶振動子を抽出する工程とより成るもので、この製造方法により小型水晶振動子を高精度でかつ容易な形状加工と電極パターンを形成させることができるものである。

【0022】

本発明の第2の手段は、水晶基板の表面の左右及び裏面の左右の4方向から、一定角度傾けた状態で蒸着を行うものであり、この構成により水晶平面部および側面部に同時に電極用金属膜の蒸着ができるという特徴を有するものである。

【0023】

本発明の第3の手段における水晶基板の傾き角は、振動子の長手方向を回転軸として30～60度が良好であり、水晶側面部の電極のパターニングを選択的に行うことができるという特徴を有するものである。

【0024】

本発明の第4の手段は、余剰な電極膜をレーザーリペア装置等を用いて除去する工程を更に有するものである。

【0025】

本発明の第5の手段は、角速度を検出するジャイロセンサに用いる振動子である。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1実施の形態における水晶振動子の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図3は、本発明の製造方法の原理を説明するための斜視図である。本方法の最も大きな特徴は側面電極形成用ブロックを設けたことと、蒸着工程において水晶基板平面の法線方向に対し音叉の長手方向を回転軸として角度 θ 傾けた方角より真空蒸着を行うことである。

【0027】

側面電極形成用ブロックは、その用途の違いから、側面電極遮蔽用水晶ブロック14（以下、遮蔽水晶ブロックと表記）と側面電極分割用水晶ブロック15（以下、分割水晶ブロックと表記）の二つに分類することができる。前者の遮蔽水晶ブロック14は側面電極への蒸着膜生成を阻害させるためのものであり、水晶振動子の側面電極の不必要な領域のごく近傍に配置させる。但し、水晶エッチング工程を安定的に行う必要があるため、水晶振動子本体部周辺から少なくとも70マイクロメータ（ μm ）程度の距離を離しておく必要がある。

【0028】

一方、分割水晶ブロック15は、側面に蒸着させる電極膜を上下に分割して形成させるためのものである。側面に形成させる蒸着膜の形成領域は、後述の図2における蒸着角度 θ と水晶振動子と分割水晶ブロック15間の距離Lにより定まる。例えば、250 μm 厚の水晶基板を用いて、上下に100 μm ずつ蒸着膜の形成領域を設置させたい場合、蒸着角度 θ を45度に設定すると、水晶振動子と分割水晶ブロック15間の距離Lは、100 μm となる。 θ を55度にした場合は、Lは143 μm 程度となる。

【0029】

パターン用形成溝 13 は、前記の側面電極を分割する領域、すなわち水晶振動子と分割水晶ブロック 15 とにより囲まれる領域および水晶振動子の配線電極を側面にて引廻しをする必要がある個所に設置する。引廻しを行う場合、蒸着角度 θ にも依るが、おおよそ水晶基板厚程度以上の長さを与えれば良い。

【0030】

図 2 は、水晶振動子とこの水晶振動子への蒸着の方法を示す図で、(a) は水晶振動子形状を示す斜視図、(b) は蒸着の方法を示す説明用概念断面図である。図 2 (a) の水晶振動子はジャイロセンサに使用される振動子形状を示している。

【0031】

図 2 (b) は電極膜を真空蒸着する具体的な手法を示している。図 2 (b) に記載の水晶振動子は (a) に記載の音叉枝部の A—A 線における断面図の矢視方向から見たものである。電極膜の材料としてチタン (Ti) とパラジウム (Pd) を使用する。即ち、真空蒸着装置 12 の内部に、まず電極膜の材料となるチタンとパラジウムをるつぽに入れ且つ水晶振動子を水晶振動子装着ジグ 11 に装着する。この取り付け方向として、Ti と Pd の蒸着方向に対し、水晶基板の平面の法線方向に対し振動子音叉の長手方向を回転軸として角度 θ を水晶振動子装着ジグ 11 ごと傾けた方角より真空蒸着装置 12 内部で回転させて蒸着を行う。

【0032】

図 3 の原理と図 2 の蒸着方法を用いた水晶振動子の製造プロセスについて図 1 を用いて説明する。図 1 は、本実施形態の水晶振動子の製造プロセスを工程順に示す断面図である。なお図 1 は図 2 (a) の音叉枝部の A—A 線における断面を示す断面図である。

【0033】

まず図 1 (a) に示すように、水晶原石より所定の角度にて切り出し、さらに研磨処理を行った水晶基板 1 を所定の厚さに形成する。この水晶基板 1 の厚さとしては、100～350 μm 程度とする。

【0034】

その後、水晶基板 1 の表裏両面全域に、クロム (Cr) と金 (Au) との積層

膜からなる金属膜 2 を形成する。この金属膜 2 の形成は、真空蒸着法またはスパッタリングなどにより行い、その膜の厚さとしては、500～2000オングストローム程度とする。そして、フォトリジスト（図示せず）を全面に回転塗布法により形成し、所定のフォトマスクを用いて露光、現像処理を行い、フォトリジストをパターンニングし、図 1（b）に示すように、このパターンニングしたフォトリジストをエッチングマスクとして金属膜 2 をエッチングするフォトエッチング技術により、金属膜 2 を音叉外形形状と側面電極形成用外形ブロック 3 とにパターンニングする。

【0035】

つぎに図 1（c）に示すように、金属膜 2 を含む水晶基板 1 全面にフォトリジストを回転塗布法により形成し、露光および現像処理を行い、平面電極の形状とは反転形状を有するフォトリジスト 4 を形成する。このフォトリジスト 4 はポジ型、ネガ型のいずれでも良い。

【0036】

つぎに図 1（d）に示すように、金属膜 2 とフォトリジスト 4 とをエッチングマスクにとして、フッ化アンモニウム等のエッチング液により水晶基板 1 をエッチング加工する。この時、金属膜 2 とフォトリジスト 4 とは、前述の水晶基板 1 をエッチング加工するときの液に耐えることが出来るようになっている。この結果、水晶基板 1 は金属膜 2 と同一形状の、音叉外形と側面電極形成用ブロック 3 に成形される。

【0037】

次に図 1（e）に示すように、フォトリジスト 4 をエッチングマスクに用いて、水晶基板 1 の表裏両面に形成した金属膜 2 をエッチングする。それにより、後述する工程で形成する電極膜の形成部である平面空間 5 と側面空間 6 が露出する。

【0038】

つぎに図 1（f）に示すように、水晶基板 1 に電極膜 7 を真空蒸着法により形成する。この電極膜 7 は金属膜 2 と異なる材料で形成するのが良い。たとえば Ti と Pd の積層膜を用いる。この電極膜 7 の膜厚は、500～15

00オングストローム程度とする。さらに、フォトレジスト4のパターン形状の高温下での劣化を防ぐため、電極膜7の形成温度は常温付近で行うのが良い。

【0039】

また本願の方法の大きな特徴として、図2に示したように、前記電極膜7の形成プロセスにおいて、Ti膜とPd膜の真空蒸着を水晶基板1の平面の法線方向より振動子音叉の長手方向を回転軸として角度 θ だけ傾けて行う。具体的には角度 θ は30～60度傾けた方角より行うのが良く、更に図1(f)の矢印で示したように表側左右と裏側左右からおのおの1回ずつ、4回行うのが良い。

【0040】

前記の4回の蒸着は、水晶振動子の4稜線方向から振動子の平面部、および側面部に対して行なわれる。平面部と側面部の蒸着の膜厚をなるべく均一にするため、蒸着角度 θ は45度に近いほうが良い。水晶振動子と分割水晶ブロック15のウェハ内部の構造設計、装着ジグ11等も考慮すると、蒸着角度 θ としては30～60度が望ましいと言える。

【0041】

ここで仮に蒸着角度 θ を40度に設定した場合、4回の蒸着方向のうち他の3回の蒸着方向の角度 θ はそれぞれ140度、220度、320度となる。

【0042】

この結果、水晶振動子の平面部と側面部の側面電極形成ブロック3の無い側面には全域に電極膜7が形成される。しかし、側面電極形成ブロック4の存在する水晶振動子の側面部には、図3で説明したように、遮蔽水晶ブロック14の対応の側面には蒸着はほとんど成されず、分割水晶ブロック15の存在する対応の側面にはその存在により斜め方向からの蒸着が部分的に遮られ、側面中央部に電極膜7の存在しない分割された側面電極膜8が形成される。

【0043】

このように、側面電極形成用ブロック3を任意に配置することにより、側面電極を必要としない部分への電極膜7の形成を阻止することが出来る。すなわち、必要部分のみ電極膜7のパターニングが可能となり、複雑な側面配線構造を有する電極膜7の形成が可能となり、水晶振動子の製造方法の幅を広げるのに大いに

有効となる。特に、ジャイロセンサなどの振動子に応用が可能となり、その精度を大いに高めることが出来る。

【0044】

このようにして電極膜 7 と分割された側面電極膜 8 を形成した後、図 1 (g) に示すように、フォトレジスト 4 と、このフォトレジスト 4 上に形成されている電極膜 7 とを除去する。フォトレジスト 4 の除去は、加温した溶剤の中に浸漬し、フォトレジスト 4 を溶解させることにより行う。この溶剤は、電極膜 7 のピンホールを通して、フォトレジスト 4 に到達し、フォトレジスト 4 を溶解する。そのとき、水晶基板 1 上に形成された電極膜 7 は水晶基板 1 と密着しており、剥離はしない。

【0045】

つぎに図 1 (h) に示すように、平面電極 9 と反転パターン形状を有する金属膜 2 をエッチング除去することにより、平面電極 9 と側面電極 10 とを形成する。この金属膜 2 のエッチングは、前述の Au と Cr のエッチング液をそれぞれ用いて行う。このとき、Au と Cr からなる金属膜 2 のエッチング液に、電極膜 7 はエッチングされない材料である Ti と Pd で構成しているため、電極膜 7 はエッチングされずに残る。

【0046】

つぎに図 1 (i) に示すように、側面用電極形成ブロック 3 を除いた水晶振動子を抽出し、分割された側面電極膜 8、平面電極 9 と側面電極 10 を電極パターンニングとして有する水晶振動子を得る。以上が本発明を適用した水晶振動子の製造工程である。

【0047】

ところで実際には図 4 に示すように、側面部の上端部と下端部は、前記電極膜の真空蒸着工程において側面電極形成用ブロック 4 で完全に遮るのは不可能であるため、電極パターン部以外に余剰な側面電極 16 が必然的に形成されてしまう。そこで、図 1 のプロセス終了後に、前記の余剰な側面電極 16 をレーザーリペア装置等（図示せず）を用いて除去することにより、水晶振動子を完成させる。レーザーリペア装置とは、余剰な側面電極 16 部分にレーザー光を照射し、電極

をはじき飛ばして除去する方法である。

【0048】

図5は本発明の第2実施の形態による音叉型水晶振動子の構成を示す平面図である。図5はジャイロセンサ用水晶振動子の平面図を示してあり、側面電極のパターニングは、水晶振動子表面から裏面に引廻すための基部の引廻し線部分、音叉の駆動部17の両側面、および検出電極形成部である検出部18の両側面の3箇所にて必要となる。

【0049】

前記側面電極の内、基部の引廻し線部分は斜め蒸着で側面部のパターニングが上下に貫通するように成膜させる必要があるため、パターン形成用溝13の領域を必要なだけ確保する。その他の基部側面については成膜不要であるため、遮蔽水晶ブロック14で振動子本体の周囲を囲み、側面電極の基部への成膜を遮蔽する。

【0050】

駆動部17の側面電極パターンは、分割する必要がないため、特にパターン形成用溝13あるいは側面電極形成用水晶ブロックを設置する必要はない。

【0051】

さらに、検出部18の側面電極パターンは、おのおの上下、左右に4分割させる必要があるため、検出部18の音叉両側に長手方向に沿うようにして分割水晶ブロック15を設置する。このとき、内側にある分割水晶ブロック15は隣接する駆動部17に対して斜め蒸着の成膜に影響を与えないようにする必要があるため、分割水晶ブロック15を駆動部17から十分に引き離すように設計する。

【0052】

以上図1を用いて説明した水晶振動子の製造方法によれば、図3に示すように、水晶音叉部と水晶音叉部の近傍にパターン形成用の溝13を有する側面電極形成用ブロック4を設置させることにより、複雑な電極形状パターンを有する小型水晶振動子を高精度でかつ容易に作成することができる。

【0053】

なお、本発明の説明には周波数調整などにかかわるプロセスなどは説明してい

ないが、本発明の製造プロセスの途中に設けることは可能である。

【0054】

水晶振動子の製造プロセスに本発明の製造プロセスを用いれば、超小型の平面電極パターン、側面電極パターンを有するいかなる形状の振動子も、高精度で製造が可能となる。

【0055】

なお、本発明の振動子の製造方法は、3脚音叉型水晶振動子で説明したが、脚の本数には限定されるものではなく、また真空蒸着技術により電極膜を形成する厚みすべり型、GT型、DT型などの他の振動形態を有する振動子やニオブ酸リチウムなどからなる圧電体振動子にも適用できる。

【0056】

【発明の効果】

以上のように、本発明による水晶振動子の製造プロセスにより、水晶基板からフォトリソ技術によって作成する音叉型水晶振動子の電極パターンを容易に製造できるため、水晶振動子の形状や、電極膜の形状が超小型化しても、十分に高精度な水晶振動子を得ることが出来るという効果を有するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態における水晶振動子の製造方法を示す断面図である。

【図2】

本発明の実施形態における水晶振動子の蒸着方法を示す平面図である。

【図3】

本発明の実施形態における音叉型水晶振動子電極形成の原理を示す斜視図である。

【図4】

本発明の実施形態における金属膜エッチング後の水晶振動子を示す斜視図である。

【図5】

本発明の第2実施形態における音叉型水晶振動子および側面電極形成用ブロッ

クの構成を示す平面図である。

【図 6】

従来例における音叉型水晶振動子の製造方法を示す断面図である。

【図 7】

従来例における音叉型水晶振動子の枝部における断面の製造方法を示す断面図である。

【図 8】

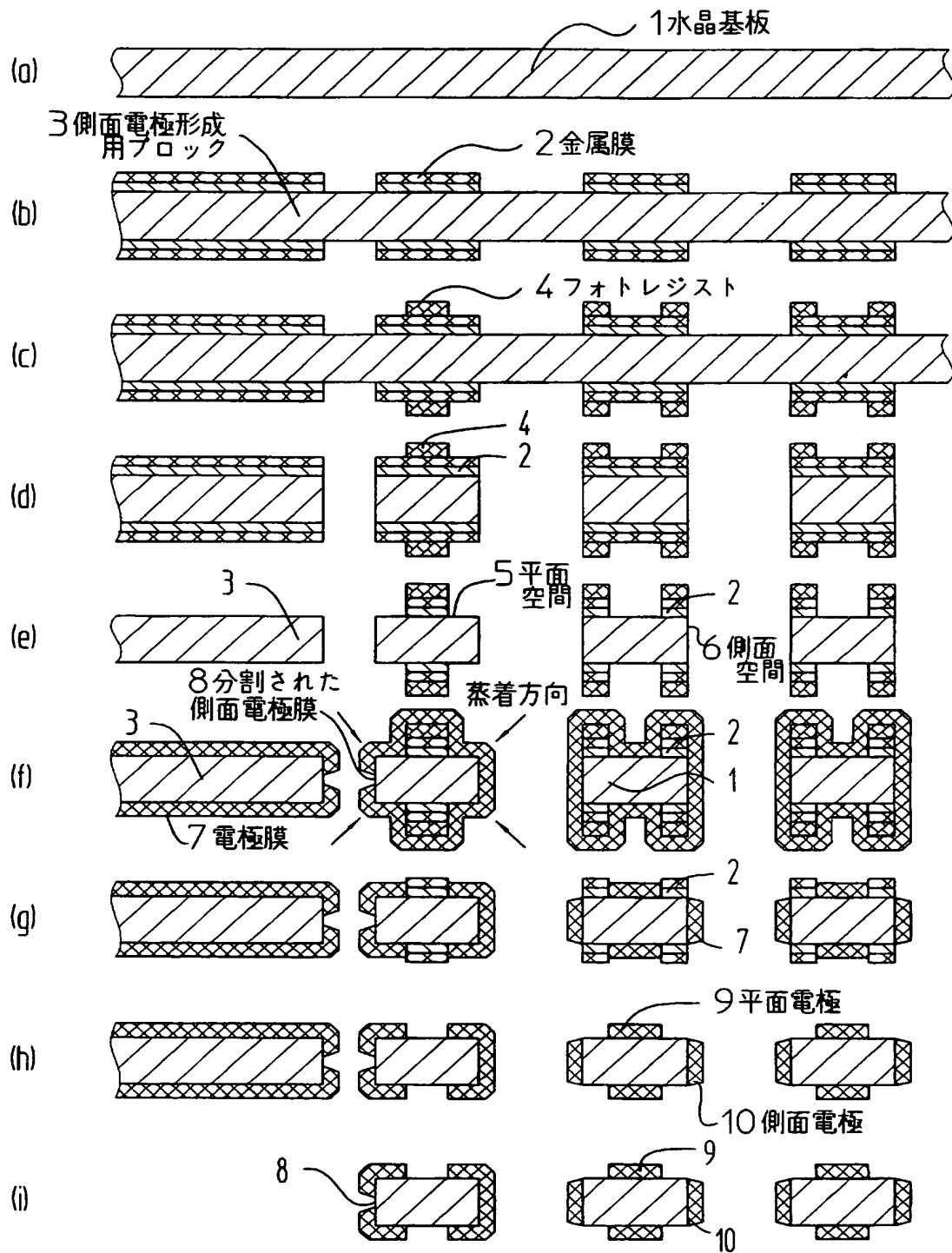
従来例における音叉型水晶振動子を示す斜視図である。

【符号の説明】

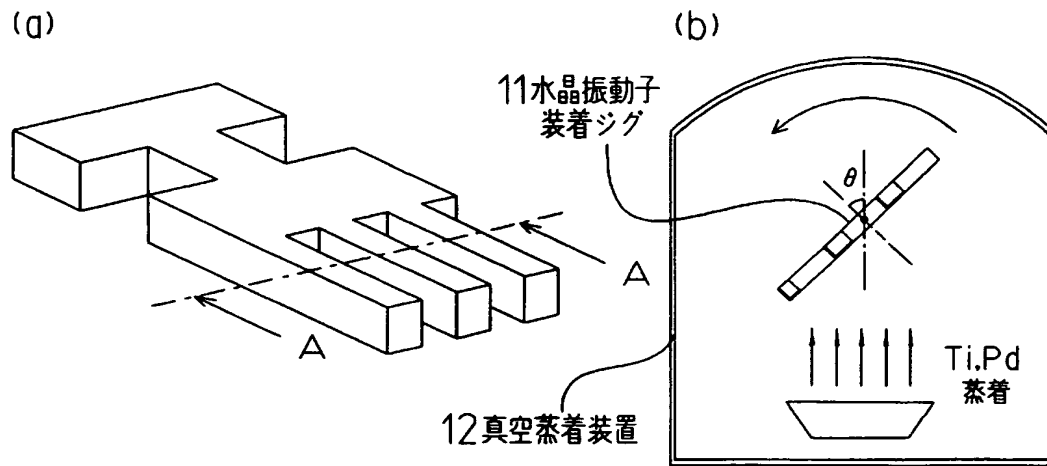
- 1 水晶基板
- 2 金属膜
- 3 側面電極形成用ブロック
- 4 フォトレジスト
- 5 平面空間
- 6 側面空間
- 7 電極膜
- 8 分割された側面電極
- 9 平面電極
- 10 側面電極
- 11 水晶振動子装着ジグ
- 12 真空蒸着機
- 13 パターン形成用溝
- 14 側面電極遮蔽用水晶ブロック
- 15 側面電極分割用水晶ブロック
- 16 余剰な側面電極
- 17 駆動部
- 18 検出部

【書類名】 図面

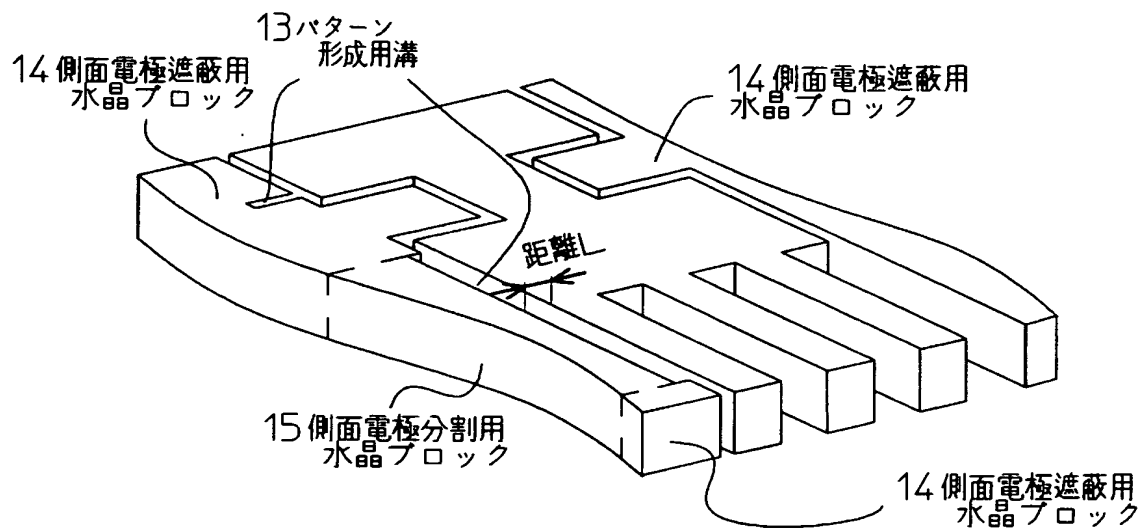
【図 1】



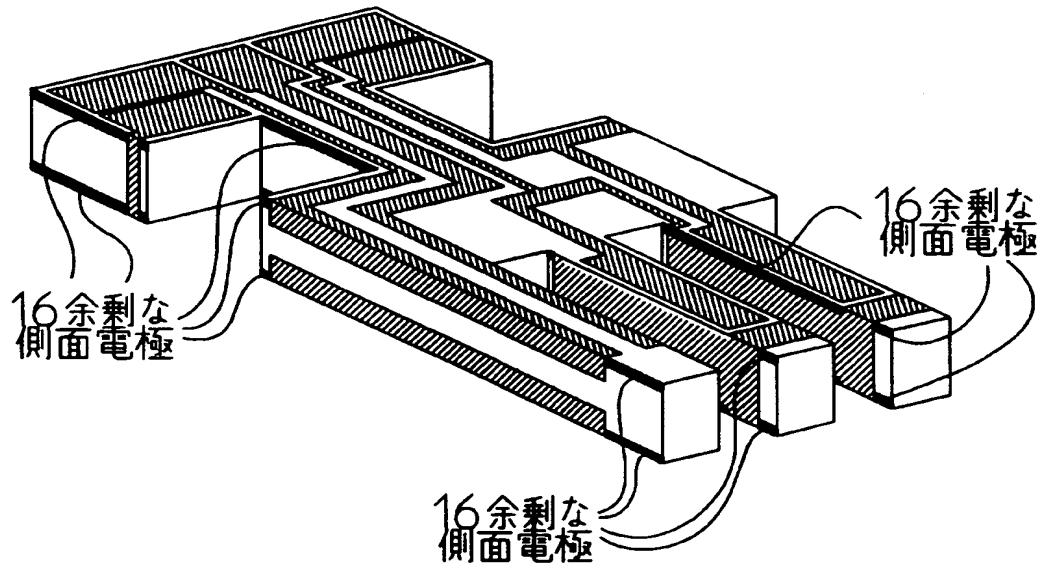
【図 2】



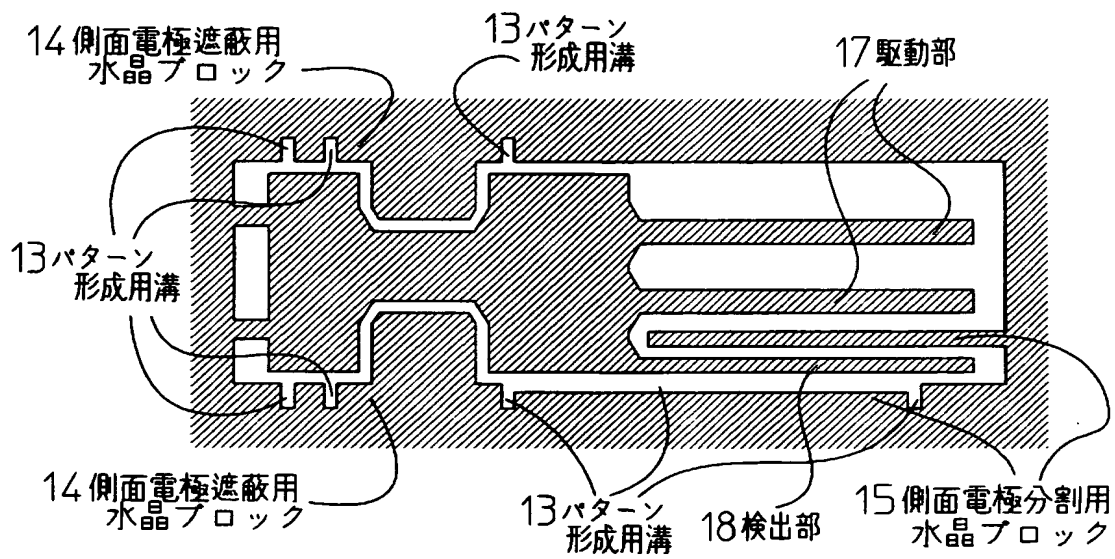
【図 3】



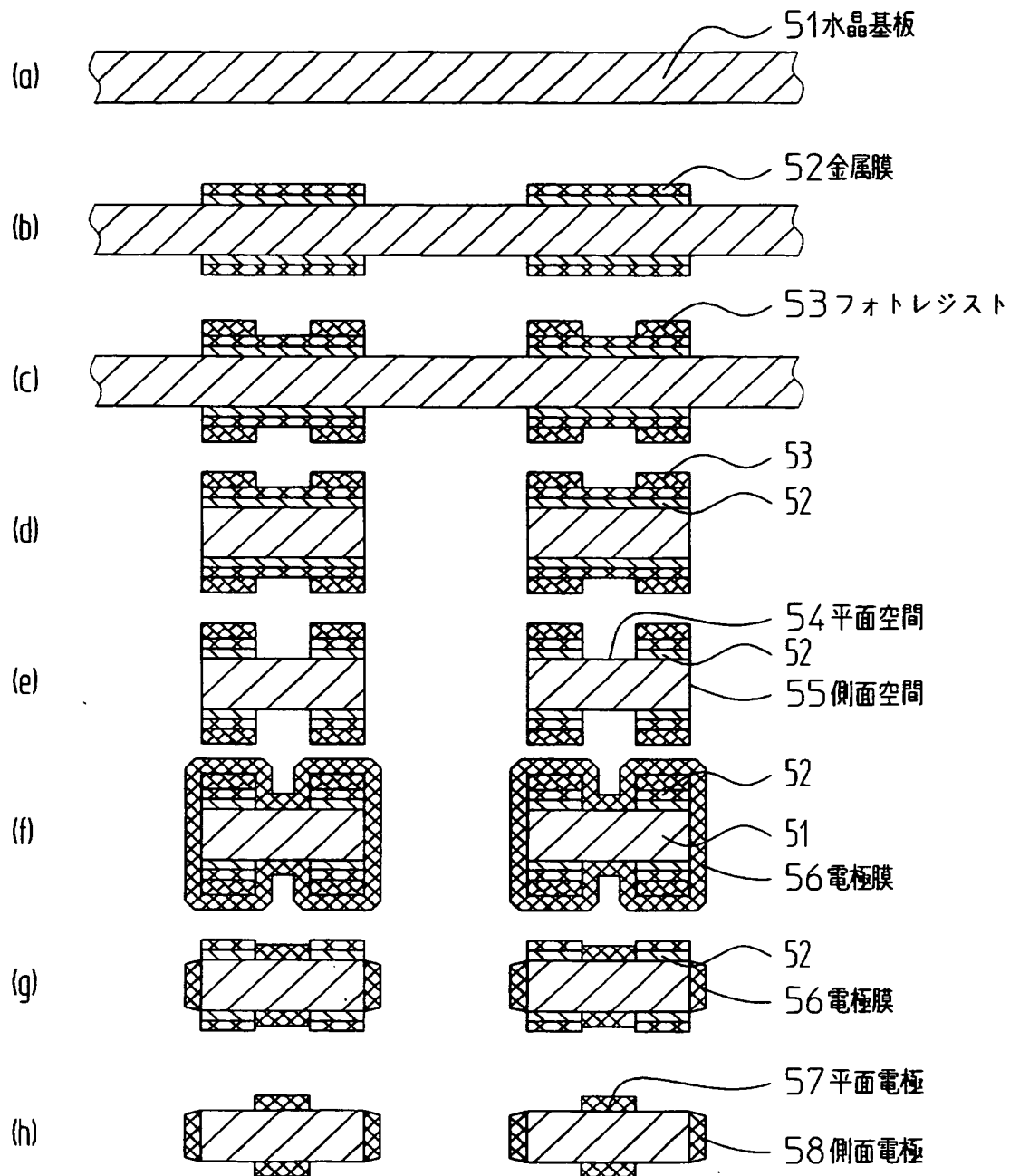
【図 4】



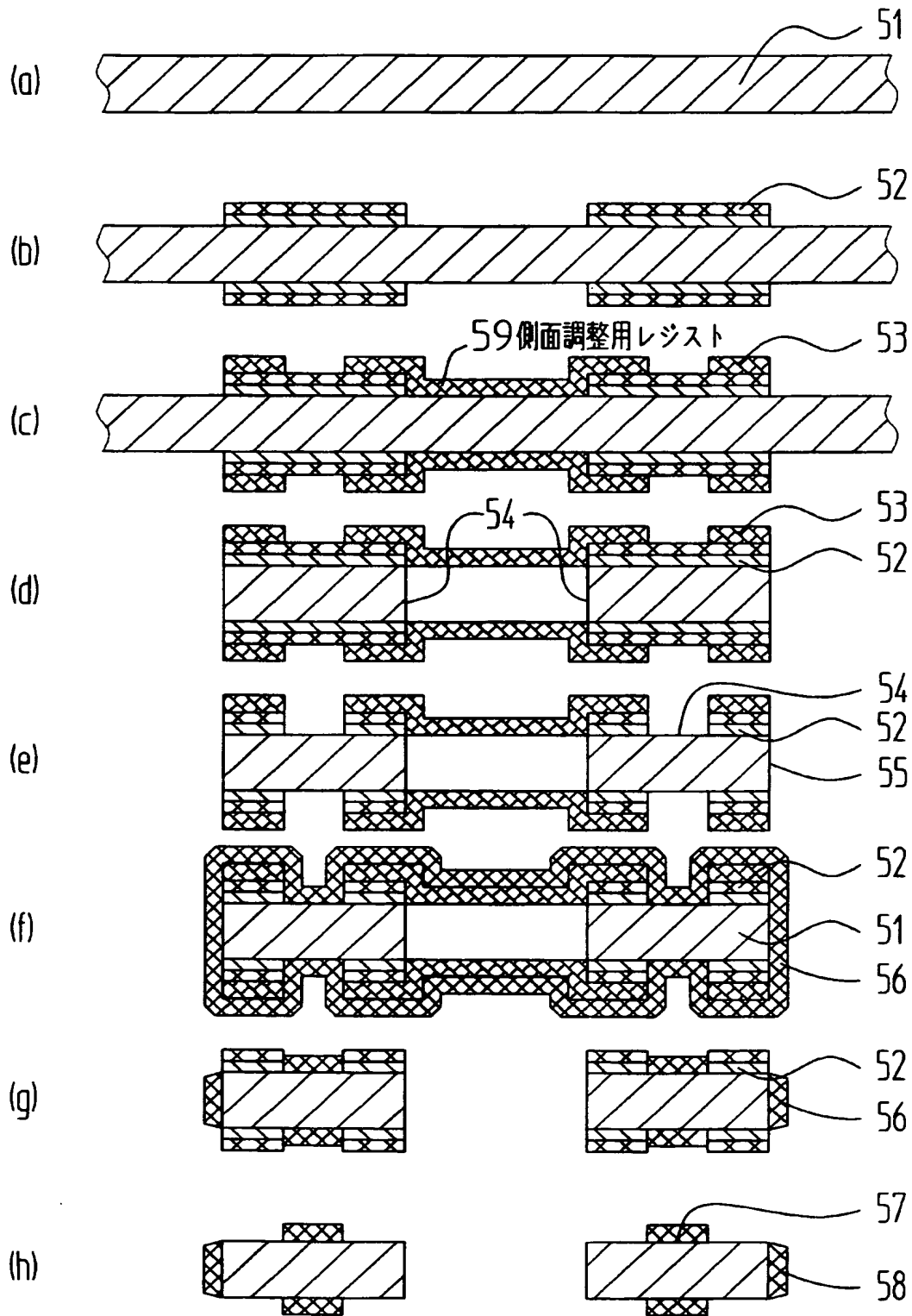
【図 5】



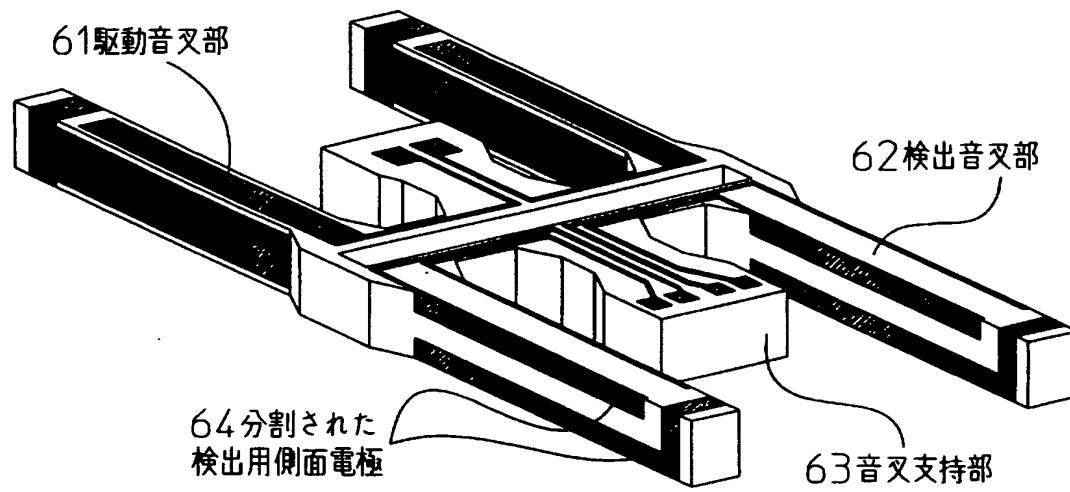
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 超小型化された水晶振動子の平面部と側面部に対して充分高精度な電極パターンを形成する。

【解決手段】 水晶振動子の製造プロセスにおいて、電極膜 7 を蒸着する際水晶基板 1 の平面の法線方向に対し一定角度 θ だけ傾けた方向から電極膜 7 を蒸着する。この際蒸着方向としては、水晶基板 1 の表面の左右及び裏面の左右の 4 方向から一定角度 θ 傾けた状態で行うのが良い。またこの角度 θ は 3 0 ～ 6 0 度の傾きが採用出来る。尚、本工程にて発生する余剰な電極膜 1 6 はレーザーリペア装置等を用いて除去する方法が取られる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 8 9 6 1 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 9 6 0]

1. 変更年月日 2 0 0 1 年 3 月 1 日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号

氏 名 シチズン時計株式会社